

Mould additive for continuous casting of steel

Patent number: DE3804279
Publication date: 1988-08-25
Inventor: ICHIKAWA KENJI (JP); NOMURA OSAMU (JP);
KAWABE YOICHIRO (JP); YANAGAWA KOYO (JP)
Applicant: SHINAGAWA REFRACTORIES CO. (JP)
Classification:
- international: B22D11/10
- european: B22D11/11
Application number: DE19883804279 19880211
Priority number(s): JP19870028293 19870212

Also published as:

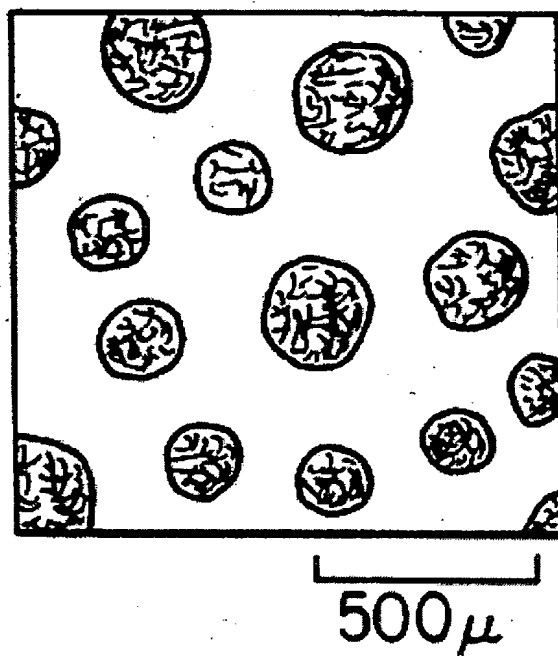
US4842647 (A)
JP63199057 (A)
GB2201108 (A)
FR2610854 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE3804279

Abstract of corresponding document: **US4842647**

The present invention offers a mould additive for continuous casting of steel characterized by having a fully spherical shape in which average particle size is in the range of 100 to 800 μm .



BEST AVAILABLE COPY

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 38 04 279 C 2

⑤1 Int. Cl.⁵:
B 22 D 11/10

②1 Aktenzeichen: P 38 04 279.7-24
②2 Anmeldetag: 11. 2. 88
④3 Offenlegungstag: 25. 8. 88
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 19. 11. 92

DE 38 04 279 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
12.02.87 JP P 28293/87

⑦3 Patentinhaber:
Shinagawa Refractories Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Vossius, V., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Tauchner, P.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Heunemann, D., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat.; Rauh, P., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Hermann, G., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,
8000 München

⑦2 Erfinder:
Ichikawa, Kenji; Nomura, Osamu, Bizen, Okayama,
JP; Kawabe, Yoichiro, Okayama, JP; Yanagawa,
Koyo, Bizen, Okayama, JP

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 35 37 281 A1
DE 34 03 279 A1

⑤4 Gießzusatzmittel zum Stranggießen von Stahl

DE 38 04 279 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Gießzusatzmittel oder einen Gießzusatzstoff beim Stranggießen von Stahl. Wenn Stahl durch Stranggießen hergestellt wird, muß ein Gießzusatzmittel verwendet werden, und die Stahlqualität hängt in erster Linie von der Qualität des Zusatzmittels ab.

Wenn ein Gießzusatzmittel auf die Oberfläche von geschmolzenem Stahl in einer Gießform oder Kokille zugesetzt wird, schmilzt es allmählich durch die Wärme des geschmolzenen Stahls, wobei sich drei Schichten bilden, nämlich eine geschmolzene Schicht, eine halbgeschmolzene oder Sinterschicht und eine Schicht aus noch nicht geschmolzenem Zusatzmittel.

Die Gießzusatzmittel sollen die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- (1): Wärmeisolierung und Verhinderung der Oxidation der Oberfläche des geschmolzenen Stahls;
- (2): gleichförmige Schmelzbarkeit;
- (3): die Fähigkeit, schwimmende Stoffe, wie Al_2O_3 und dergleichen, zu absorbieren;
- (4): Ausbildung einer Schmierwirkung zwischen der Gießform oder Kokille und dem festen Mantel des geschmolzenen Stahls.

Von diesen Eigenschaften werden die Oxidationsverhinderung, die Fähigkeit, schwimmende Stoffe zu absorbieren, sowie die Schmierwirkung von der geschmolzenen Schicht des Gießzusatzmittels verlangt. Andererseits wird die Wärmeisolation und die gleichförmige Schmelzbarkeit von der halbgeschmolzenen bzw. Sinterschicht und von der nicht geschmolzenen Schicht des Gießzusatzmittels verlangt, und diese Eigenschaften werden stark von der Form der Teilchen des Zusatzmittels beeinflusst.

Die Form der Teilchen herkömmlicher Zusatzmittel kann grob in drei Arten eingeteilt werden: pulverförmig, kornförmig, insbesondere säulenförmig mit einer mittleren Korngröße zwischen 1 und 3 mm, wie in Fig. 2 dargestellt, und hohlkugelförmig. Von diesen Arten werden das pulverförmige und das kornförmige Zusatzmittel hauptsächlich benutzt.

Pulverförmige Zusatzmittel sind vergleichsweise vorteilhafter als kornförmige Zusatzmittel bezüglich der Wärmeisolierung und verschlacken aufgrund ihrer großen spezifischen Oberfläche rascher. Deshalb werden pulverförmige Zusatzmittel hauptsächlich für aluminiumberuhigte Stähle mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, die leicht durch Verunreinigungsdefekte, wie Gasblasen oder Lunken beeinträchtigt werden, sowie für das Stranggießen mit hoher Geschwindigkeit verwendet, bei dem die Gießgeschwindigkeit größer als 1,6 m/min ist und bei dem noch rascheres Verschlacken und noch rascheres Einfließen erforderlich ist.

Kornförmige Zusatzmittel sind aus Umweltschutzgründen bevorzugt, weil sie weniger Staub erzeugen. Sie weisen auch Vorteile bezüglich des gleichförmigen Schmelzens auf, und die Ungleichmäßigkeit in der Verteilung der Bestandteile des Zusatzmittels ist gering, so daß bei kornförmigen Zusatzmitteln auch die Zusammensetzung der Schlacke gleichförmig ist. Aus diesen Gründen werden kornförmige Zusatzmittel hauptsächlich für Stähle mit mittleren Kohlenstoffgehalt verwendet, die ein gleichförmiges Schmelzen und Einfließen des Zusatzmittels verlangen, sowie beim Stranggießen mit niedriger Gießgeschwindigkeit, bei dem in erster Linie auf den Umweltschutz geachtet wird.

Hohle kugelförmige Zusatzmittel haben gute Eigenschaften bezüglich der Umweltverträglichkeit, der Fließfähigkeit in der Kokille oder Gießform und der Wärmeisolierung des geschmolzenen Stahls, es gibt bisher aber kaum Beispiele für ihre tatsächliche Verwendung beim Gießen.

Obwohl die herkömmlichen drei Arten von Gießzusatzmitteln jeweils die vorstehend beschriebenen Vorteile aufweisen, haben sie auch die nachstehenden Nachteile.

Nachteile von pulverförmigen Zusatzmitteln

- (1) Umweltprobleme, wie die Erzeugung von Staub oder Bränden bei der Zufuhr zur Gießform oder Kokille.
- (2) Gefahr einer ungleichmäßigen Verteilung der Bestandteile des Zusatzmittels ist größer als bei kornförmigen Zusatzmitteln.
- (3) Wegen des ungleichmäßigen Schmelzens und des ungleichmäßigen Einfließens des Zusatzmittels in die Zwischenräume zwischen der Form und dem festen Mantel des geschmolzenen Stahls ist es verglichen mit den kornförmigen Zusatzmitteln schwieriger, eine gleichmäßige Schmierung zwischen der Form und dem festen Mantel des geschmolzenen Stahls herzustellen. Infolgedessen wird der feste Stahlmantel ungleichmäßig gekühlt, was zu einer höheren Wahrscheinlichkeit von Oberflächenrissen in dem gegossenen Stahl führt.

Dementsprechend ist es schwierig, pulverförmige Gießzusatzmittel für Stähle zu verwenden, die eine Neigung zu Ribbildung aufweisen, wie beispielsweise Stähle mit mittlerem Kohlenstoffgehalt und nichtrostende Stähle.

Nachteile von kornförmigen Zusatzmitteln

- (1) Geringere thermische Isolierung als bei pulverförmigen Zusatzmitteln.
- (2) Langsameres Verschlacken als bei pulverförmigen Zusatzmitteln, wodurch die kornförmigen Zusatzmittel für Stranggießen von Stahl mit hoher Geschwindigkeit ungeeignet sind.
- (3) Ungeeignet für automatische Speisevorrichtungen, wie sie üblicherweise in Eisen- und Stahlwerken verwendet werden, weil herkömmliche kornförmige Gießzusatzmittel zerbrechlich sind, während des Transports leicht brechen und sich in der Gießform oder Kokille weniger gut ausbreiten. Deshalb wird in den meisten Eisen- und Stahlwerken bei der Verwendung automatischer Speisevorrichtungen ein pulverförmiges Zusatzmittel verwendet.

Nachteile der hohlen kugelförmigen Zusatzmittel

Das hohle kugelförmige Gießzusatzmittel, wie es beispielsweise in JP-A-52-12330 und JP-A-54-75427 beschrieben ist, weist gute Wärmeisolierung auf und bereitet sich in einer Gießform gut aus, ist jedoch ungünstig bezüglich seiner Schmelzeigenschaften, so daß es nur wenige tatsächliche Anwendungsbeispiele gibt. Das hohle, kugelförmige Gießzusatzmittel schmilzt wie ein kornförmiges Zusatzmittel Schicht um Schicht, aber die innerhalb der Hohlkugel eingeschlossene Luft kann während des Schmelzens nicht vollständig entweichen. Wegen dieser verbleibenden Luft zeigen die hohlen kugelförmigen Gießzusatzmittel eine gute Wärmeisolierung, aber andererseits ist es dadurch schwierig, Wärme von dem geschmolzenen Stahl zu dem oberen Teil des Zusatzmittels zu übertragen. Infolgedessen nimmt die Verschlackungsgeschwindigkeit ab und der konstante Zustrom von Schlacke in die Grenzfläche zwischen der Gießform und dem festen Mantel des geschmolzenen Stahls ist beschränkt. Es ist deshalb bei den hohlen, kugelförmigen Zusatzmitteln schwierig, ein Gleichgewicht zwischen der Menge des Schlackenstroms und der Verschlackungsgeschwindigkeit zu finden. Da die Verschlackungsgeschwindigkeit beschränkt ist, ist es schwierig, hohle kugelförmige Gießzusatzmittel für das Stranggießen mit hoher Geschwindigkeit zu verwenden, bei dem ein rasches Verschlacken und Zufließen der Schlacke erforderlich ist.

Aus der DE-A-35 37 281 ist ein Verfahren zur Herstellung von Gießpulver zum Vergießen von Stahl bekannt, wobei die Aufgabe zugrunde liegt, ein Verfahren zur Herstellung eines homogenen Gießpulvers zu schaffen, bei dem ein Teil der beim Aufschmelzen des Pulvers ablaufenden Reaktionen bereits in den Herstellungsprozeß verlagert wird, um so ein gutes Aufschmelzverhalten des Einsatzstoffes zu erreichen. Das aus der DE-A-35 37 281 bekannte Gießpulver weist als Granulat eine überwiegend kugelige Form auf, und der Durchmesser des Granulatkorns kann beispielsweise im Bereich zwischen 100 und 500 µm liegen.

Aus der DE-A-34 03 279 ist ein Gießpulver für Stahlstrangguß beschrieben, das aus einem bei Gießtemperatur aufschmelzbaren anorganischen oxidischen Material und einem im wesentlichen kohlenstoffhaltigen Material besteht. Das anorganische oxidische Material soll vorzugsweise eine Korngrößenverteilung derart aufweisen, daß mehr als die Hälfte des Materials eine Korngröße zwischen 40 und 250 µm aufweist. Das anorganische oxidische Material weist vorzugsweise die folgenden Bestandteile auf: 20–40% SiO₂, 20–45% CaO, 0–20% Al₂O₃, 0–20% (Na, K)₂O, 0–10% (Mg, Ba)O, 0–10% B₂O₃, 0–10% Fe₂O₃, 0–5% MnO, jeweils 0–5% P₂O₅, Li₂O und TiO₂ sowie 2–10% F₂, wobei alle Angaben Gew.-% betreffen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die herkömmlichen Gießzusatzmittel, wie pulverförmige, kornförmige und hohle, kugelförmige Zusatzmittel, jeweils Vorteile und Nachteile aufweisen, daß aber die bekannten Zusatzmittel nicht vollständig zufriedenstellend sind.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, die vorstehenden Nachteile zu beseitigen und ein Gießzusatzmittel mit vollständig zufriedenstellenden Eigenschaften zu schaffen, das für automatische Speisevorrichtungen geeignet ist, wenig Staub erzeugt und geringe Neigung zu Oberflächenrissen und Verunreinigungen unter der Oberfläche des Stahls aufweist. Zur Lösung dieser Aufgabe wurden umfangreiche Untersuchungen der Form der Teilchen von Gießzusatzmitteln durchgeführt.

Die vorstehende Aufgabe wird mit dem Gießzusatzmittel gemäß Anspruch 1 gelöst. Das erfindungsgemäße Gießzusatzmittel zur Verwendung beim Stranggießen von Stahl weist vollkugelförmige Teilchen mit einer mittleren Teilchengröße von etwa 100 bis 800 µm und eine Füllichte von mindestens 0,82 g/cm³ auf.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 das erfindungsgemäße Gießzusatzmittel

Fig. 2 ein herkömmliches kornförmiges oder granulares Gießzusatzmittel und

Fig. 3 ein herkömmliches hohlkugelförmiges Gießzusatzmittel.

Wie aus dem Vergleich der Fig. 1 und 3 ersichtlich ist, unterscheidet sich das erfindungsgemäße Gießzusatzmittel in seiner Form stark von dem herkömmlichen hohlen, kugelförmigen Gießzusatzmittel.

Das erfindungsgemäße Gießzusatzmittel ist nicht hohl, sondern voll und kugelförmig. Zwar sind die einzelnen Teilchen nicht alle ideal kugelförmig, sondern sind teilweise etwas konvex bzw. Ellipsoid, sie sind aber nicht hohl wie herkömmliche in Fig. 3 dargestellte Zusatzmittel. Die mittlere Teilchengröße der Vollkugeln beträgt zwischen 100 und 800 µm, vorzugsweise zwischen 200 und 400 µm.

Wenn die Teilchengröße weniger als 100 µm beträgt, kann unerwünschte Staubentwicklung wie bei pulverförmigen Zusatzmitteln auftreten, und wenn die Teilchengröße mehr als 800 µm beträgt, vergrößern sich die Hohlräume zwischen den Teilchen, was wie bei den herkömmlichen kornförmigen Zusatzmitteln die thermische Isolierung verringert.

Die vollkugelförmigen Teilchen gemäß der vorliegenden Erfindung können auf verschiedene Weise hergestellt werden, beispielsweise durch Granulierung mittels Sprühen, Schütteln, Fluidisieren, Rühren und dergleichen oder in einer rotierenden Pfanne mit um z. B. 20 bis 30° geneigter Drehachse als Granulator.

Das erfindungsgemäße Gießzusatzmittel weist ausgezeichnete Eigenschaften bezüglich Wärmeisolierung, Tendenz zur Schlackenbildung und gleichförmiger Schmelzbarkeit auf, so daß es für Stähle mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, Stähle mit mittlerem Kohlenstoffgehalt und/oder zum Stranggießen mit niedriger und hoher Gießgeschwindigkeit verwendet werden kann. Darüber hinaus weist es ausgezeichnete Eigenschaften bezüglich seiner Fluidität auf und ist einfach in automatischen Speisevorrichtungen einsetzbar.

Die nachstehenden Beispiele erläutern die Erfindung weiter.

Beispiel 1

Ein herkömmliches kornförmiges Gießzusatzmittel, wie es üblicherweise zum Stranggießen von Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt bei niedriger Geschwindigkeit verwendet wird (Vergleichsmittel 1) und das erfin-

dungsgemäße Gießzusatzmittel (1) mit derselben Zusammensetzung sowie hohlkugelförmige und pulverförmige Gießzusatzmittel (2 bzw. 3) werden beim Stranggießen von aluminiumberuhigtem Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt verwendet.

Die Gießgeschwindigkeit beträgt 1 bis 1,2 m/min und die Größe der Gießform bzw. Kokille 220 × 1250 mm. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle I dargestellt.

Wie aus Tabelle I ersichtlich ist, zeigt das erfindungsgemäße Gießzusatzmittel gute Eigenschaften verglichen mit den herkömmlichen kornförmigen und kugelförmigen Zusatzmitteln und vergleichbaren Eigenschaften mit den herkömmlichen pulverförmigen Zusatzmitteln.

Beispiel 2

Ein vollkugelförmiges erfindungsgemäßes Gießzusatzmittel (Mittel 2) mit derselben Zusammensetzung wie das herkömmliche kornförmige Zusatzmittel wird hergestellt, das üblicherweise für Stahl mit mittlerem Kohlenstoffgehalt bei niedriger Gießgeschwindigkeit verwendet wird.

Dieses vollkugelförmige Gießzusatzmittel wird beim Stranggießen von aluminiumberuhigtem Stahl mit mittlerem Kohlenstoffgehalt verwendet.

Die Gießgeschwindigkeit beträgt 1,0 bis 1,2 m/min und die Größe der Gießform 220 × 1250 mm.

Die Ergebnisse sind in Tabelle II dargestellt.

Tabelle I

	Herkömmliches Gießzusatzmittel			Erfindung
	1	2	3	1
chemische Zusammensetzung %				
SiO ₂	40.1	41.0	40.4	41.0
Al ₂ O ₃	5.0	4.5	4.8	4.5
CaO	32.0	31.5	32.3	31.5
R ₂ O	11.7	11.5	11.9	11.5
F	6.9	7.0	7.2	7.0
F.C.	4.5	4.5	4.5	4.5
CaO/SiO ₂	0.80	0.77	0.80	0.77
Form	Pulver	säulenförmige Körner	hohlkugelförmig	vollkugelförmig
Mittlere Teilchengröße (µm)	40	1300	500	280
Fülldichte (g/cm ³)	0.76	0.90	0.65	0.82
Schüttwinkel (°)	42	34	27	28
Schlackenzufluß (kg/t)	0.50	0.47	0.39	0.51
Auftreten von Schlackenbär	nein	ja	ein wenig	nein
Staubzeugung	stark	gering	gering	gering
Ausbreitung	ziemlich schlecht	schlecht	gut	gut
Verunreinigungsindex unter der Oberfläche	1.0	1.2	2.3	1.0
Erweichungstemperatur (°C)	1045	1040	1030	1040
Viskosität (1300°C, Poise)	3.4	3.2	3.3	3.2

(*) Anmerkungen: R₂O bedeutet Na₂O + K₂O + Li₂O

Verunreinigungsindex unter der Oberfläche: das herkömmliche Mittel 1 wird gleich 1.0 gesetzt

Tabelle II

	Herkömmliches Gießzusatzmittel 4	5	6	Erfindung 2	5
chemische Zusammensetzung %					
SiO ₂	37.4	37.3	36.5	37.3	
Al ₂ O ₃	5.5	6.0	6.3	6.0	
CaO	37.5	38.0	37.9	38.0	10
R ₂ O	9.7	9.5	9.9	9.5	
F	7.0	6.8	6.6	6.8	
F.C.	4.2	4.2	4.2	4.2	
CaO/SiO ₂	1.00	1.02	1.04	1.02	
Form	Pulver	säulenförmige Körner	hohlkugel- förmig	vollkugel- förmig	15
Mittlere Teilchengröße (µm)	40	1400	500	270	
Fülldichte (g/cm ³)	0.78	0.91	0.65	0.82	
Schüttwinkel (°)	42	35	27	27	20
Schlackenzustrom (kg/t)	0.47	0.43	0.33	0.47	
Auftreten von Schlackenbär	nein	ein wenig	ein wenig	nein	
Stauberzeugung	stark	gering	gering	gering	
Ausbreitung	ziemlich schlecht	schlecht	gut	gut	25
Oberflächenrißindex	1.0	0.5	1.2	0.5	
Erweichungstemperatur (°C)	1110	1120	1120	1120	
Viskosität (1300°C, Poise)	2.2	2.4	2.5	2.4	

(*) Anmerkungen: R₂O bedeutet Na₂O + K₂O + Li₂O

Oberflächenrißindex (gesamte Länge): das herkömmliche Mittel 4 wird gleich 1.0 gesetzt

Wie aus Tabelle II ersichtlich ist, zeigt das erfindungsgemäße Zusatzmittel 2 einen niedrigeren Oberflächenriß-Index als das herkömmliche pulverförmige Zusatzmittel oder das hohlkugelförmige Zusatzmittel und vergleichbare Ergebnisse wie das herkömmliche kornförmige Zusatzmittel.

Mit der vorliegenden Erfindung werden die Nachteile der herkömmlichen Gießzusatzmittel zur Verwendung beim Stranggießen von Stahl dadurch beseitigt, daß das Zusatzmittel vollkugelförmig ist und eine mittlere Teilchengröße von 100 bis 800 µm und eine Fülldichte von mindestens 0,82 g/cm³ aufweist. Auf diese Weise werden die nachstehenden Vorteile erzielt:

- (1) Keine Stauberzeugung; dies ist aus Umweltschutzgründen wünschenswert.
- (2) Ausgezeichnete Fließfähigkeit des Zusatzmittels, wodurch automatische Speisevorrichtungen einfach verwendet werden können.
- (3) Gleichförmige Schmelzbarkeit Schicht um Schicht und gleichförmiger Zustrom in die Gießform, ähnlich wie bei herkömmlichen kornförmigen Gießzusatzmitteln. Ausgezeichnete Verschlackung und keine Blasenbildung nach dem Schmelzen, wie sie von herkömmlichen hohlkugelförmigen Gießzusatzmitteln bekannt ist.
- (4) Gute thermische Isolierung, ähnlich wie bei herkömmlichem, pulverförmigem Gießzusatzmittel.

Patentansprüche

1. Gießzusatzmittel zum Stranggießen von Stahl, welches vollkugelförmige Teilchen mit einer mittleren Teilchengröße zwischen etwa 100 und 800 µm und eine Fülldichte von mindestens 0,82 g/cm³ aufweist.
2. Gießzusatzmittel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Teilchengröße zwischen 200 und 400 µm beträgt.
3. Gießzusatzmittel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusatzmittel die folgenden Bestandteile aufweist:

20 – 50%	SiO ₂
0 – 10%	Al ₂ O ₃
20 – 45%	CaO
3 – 25%	R ₂ O (Na ₂ O + K ₂ O + Li ₂ O)
2 – 15%	F
0,5 – 10%	freien Kohlenstoff
0 – 10%	MgO
0 – 10%	B ₂ O ₃
0 – 5%	Fe ₂ O ₃

0 — 10% BaO

4. Gießzusatzmittel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von CaO zu SiO₂ zwischen 0,5 und 1,5 beträgt.

5. Verfahren zur Herstellung des Gießzusatzmittels nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusatzmittel hergestellt wird durch Granulieren mittels Sprühen, Fluidisieren, Rühren oder Schütteln in einer Pfanne.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

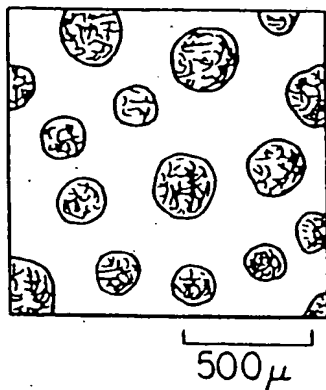


FIG. 2

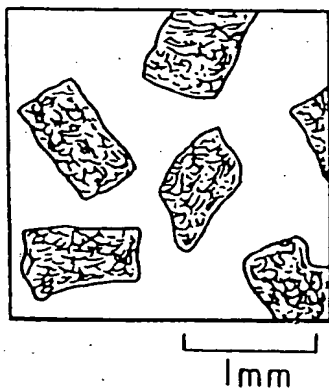
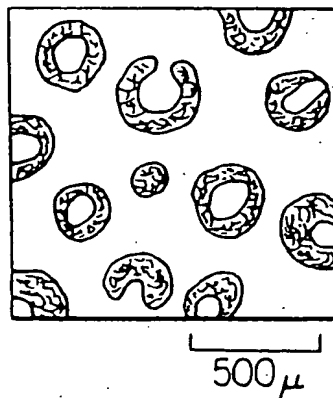


FIG. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.